

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11323489
PUBLICATION DATE : 26-11-99

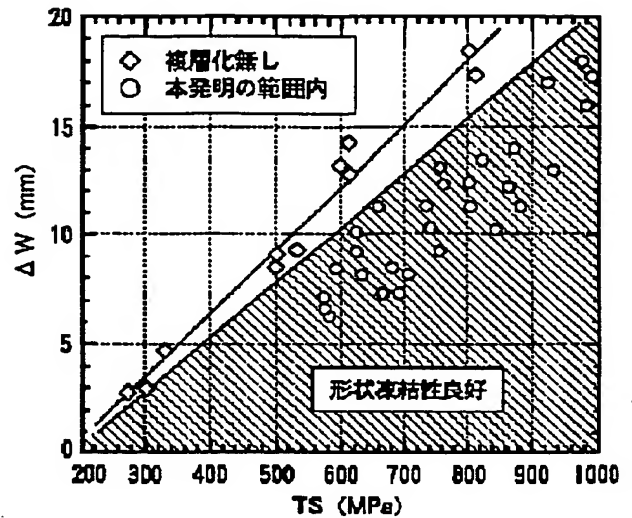
APPLICATION DATE : 13-05-98
APPLICATION NUMBER : 10146731

APPLICANT : NIPPON STEEL CORP;

INVENTOR : MURAKAMI HIDEKUNI;

INT.CL. : C22C 38/00 C21D 9/46 C22C 38/06

TITLE : HIGH STRENGTH COLD ROLLED
STEEL SHEET HAVING SUPERIOR
WORKABILITY AND EXCELLENT IN
SHAPE FIXABILITY AND ITS
PRODUCTION



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high strength cold rolled steel sheet excellent in shape fixability in bending and hat bending.

SOLUTION: The surface layer in the range between the surface and a position at a depth of 5 to 35% of sheet thickness from the surface has an average composition in which C is contained in an amount higher by 0.05 to 0.5% by weight than the average C content in the central part of sheet thickness and the other chemical components are similar to those in the central part of sheet thickness and also has a metallic structure consisting of, by volume ratio, 10-35% retained austenite, $\leq 2\%$ martensite, and the balance ferrite or bainite. The inner layer in the range between a position at a depth of 5% of sheet thickness from the surface and the central part of sheet thickness has an average composition consisting of, by weight, 0.06-0.4% C, 0.5-4.0% of either or both of Si and Al, 0.5-2.0% Mn, and the balance Fe with inevitable impurities and also has a metallic structure consisting of, by volume, 3-20% retained austenite, $\leq 2\%$ martensite, and the balance ferrite or bainite.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-323489

(43) 公開日 平成11年(1999)11月26日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

C 2 2 C 38/00

3 0 1

C 2 2 C 38/00

3 0 1 S

C 2 1 D 9/46

C 2 1 D 9/46

F

C 2 2 C 38/06

C 2 2 C 38/06

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平10-146731

(22) 出願日

平成10年(1998)5月13日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

(72) 発明者 楠見 和久

北九州市戸畑区飛幡町 1 - 1 新日本製鐵
株式会社八幡製鐵所内

(72) 発明者 末廣 正芳

北九州市戸畑区飛幡町 1 - 1 新日本製鐵
株式会社八幡製鐵所内

(72) 発明者 村上 英邦

北九州市戸畑区飛幡町 1 - 1 新日本製鐵
株式会社八幡製鐵所内

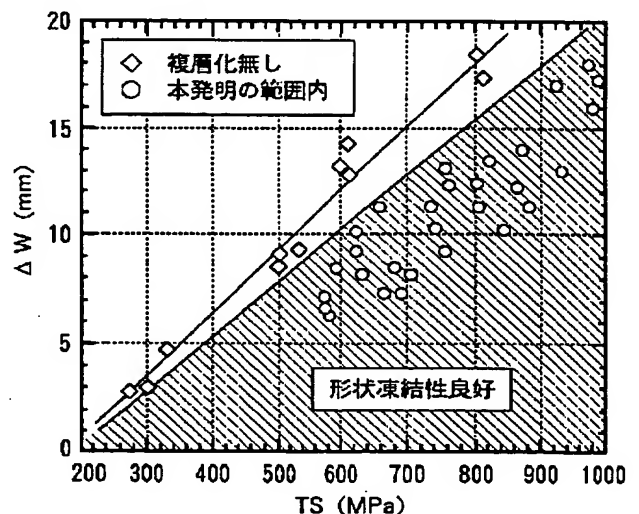
(74) 代理人 弁理士 田中 久喬

(54) 【発明の名称】 形状凍結性に優れた良加工性高強度冷延鋼板およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 曲げ加工やハット曲げ加工時の形状凍結性に優れた高強度冷延鋼板を提供する。

【解決手段】 表面から板厚の5%以上35%以下の表層の平均組成が、重量比で、C：板厚中心部の平均C量より0.05%以上、0.5%以下だけ高い量を含み、その他の化学成分は板厚中心部と同様であり、金属組織中に残留オーステナイトを体積率で10～35%、マルテンサイトを2%以下、残部がフェライトもしくはベイナイトであり、表層の板厚5%内側から板厚中心部までの内層の平均組成が、重量比で、C：0.06%以上、0.4%以下、Si、Alの内少なくとも一種以上を0.5%以上、4.0%以下、Mn：0.5%以上、2.0%以下を含み、残部Feおよび不可避免的不純物からなり、金属組織中に残留オーステナイトを体積率で3～20%、マルテンサイトを2%以下、残部がフェライトもしくはベイナイトである、形状凍結性に優れた良加工性高強度冷延鋼板。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面から板厚の5%以上35%以下の表層の平均組成が、重量比で、板厚中心部の平均C量より0.05%以上、0.5%以下だけ高いC量を含み、その他の化学成分は板厚中心部と同様であり、金属組織中に残留オーステナイトを体積率で10～35%、マルテンサイトを2%以下、残部がフェライトもしくはベイナイトであり、表層の板厚5%内側から板厚中心部までの内層の平均組成が、重量比で、C：0.06%以上、0.4%以下、Si、Alの内少なくとも一種以上を0.5%以上、4.0%以下、Mn：0.5%以上、2.0%以下を含み、残部Feおよび不可避免的不純物からなり、金属組織中に残留オーステナイトを体積率で3～20%、マルテンサイトを2%以下、残部がフェライトもしくはベイナイトである、形状凍結性に優れた良加工性高強度冷延鋼板。

【請求項2】 表面から板厚の5%以上35%以下の表層の平均組成が、重量比で、板厚中心部の平均C量より0.05%以上、0.5%以下だけ高いC量を含み、その他の化学成分は、板厚中心部と同様である冷間圧延後の鋼板を、(Ac₁変態点+10℃)以上、(Ar₃変態点-5℃)以下の温度で20秒以上再結晶焼鈍を行い、3℃/s以上の冷却速度にて300℃から600℃の温度まで冷却し、この温度で60秒以上600秒以下保持してから、室温まで冷却することを特徴とする、形状凍結性に優れた良加工性高強度冷延鋼板の製造方法。

【請求項3】 冷間圧延後の鋼板を、(Ac₁変態点+10℃)以上、(Ar₃変態点-5℃)以下の温度で20秒以上再結晶焼鈍を行い、その後同様の温度にて、連続焼鈍炉中にて浸炭性雰囲気により、表面から板厚の5%以上35%以下の表層の平均組成が、重量比で、板厚中心部の平均C量より0.05%以上、0.5%以下だけ高いC量を含み、その他の化学成分は板厚中心部と同様となるように浸炭した後、3℃/s以上の冷却速度にて300℃から600℃の温度まで冷却し、この温度で60秒以上600秒以下保持してから、室温まで冷却することを特徴とする、形状凍結性に優れた良加工性高強度冷延鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、形状凍結性に優れた良加工性高強度冷延鋼板とその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】便利で快適な移動手段として自動車の国民生活に占める地位は年毎に高まっており、環境破壊と地球温暖化を防止するために燃費を低減し化石燃料の消費を抑制することが従来にも増して重要となってきた。このため、エンジン性能の向上と共に車体の軽量化が要求され、主要な車体構成材料である鋼板に対しては

成形性を損わずに一層の強度増加を図ることが求められている。また、直近では自動車事故を想定した耐衝突安全性に関する法規制が急速に拡大・強化されつつあり、高強度鋼板への期待がますます高まっている。ここで、成形性の指標値には引張試験による伸びをはじめとしてn値やr値があるが、一体成形によるプレス工程の簡略化が課題となっている昨今では均一伸びに相当するn値の大きいことが中でも重要となってきた。

【0003】このため、残留オーステナイトの変態誘起塑性の活用が提唱され、高価な合金元素を含まずに、0.06～0.4%程度のCと0.5～2.0%程度のSi、0.2～2.5%程度のMnのみを基本的な合金元素とし、2相共存温度域で焼鈍後に300～600℃程度の温度で、ベイナイト変態を行うことが特徴の熱処理により残留オーステナイトを金属組織中に含む鋼板が特開平1-230715号公報に開示されている。これを以下残留 γ ハイテンと呼ぶ。他の成分として、Siの代わりにAlを利用した鋼板が特開平6-145788号公報に開示されている。この種の鋼板は連続焼鈍で製造された冷延鋼板ばかりでなく、特開平1-79345号公報のようにランアウトテーブルでの冷却と捲取温度を制御することにより熱延鋼板でも得ることができる。また、加工硬化特性が優れていることより、自動車衝突時の吸収エネルギーに優れるという知見を特願平9-28296号で出願した。このように残留 γ ハイテンは、広範な実用化が期待されるところである。

【0004】このような高強度鋼板は自動車構成部品の中でもメンバーなどに使用されることが考えられ、要求される成形特性としては曲げ加工やハット曲げ加工時の形状凍結性が挙げられる。この形状凍結性に影響を及ぼす材料因子としては、降伏強度や引張強度が挙げられ、一般的に強度が上昇すると形状凍結性は低下する傾向があることが、「プレス成形難易ハンドブック」(日刊工業新聞社発行)に示されている。したがって、高強度鋼板を使用した場合、寸法精度を充分満足する部品をプレス成形するためには金型調整回数が多くなり、コスト上不利である。

【0005】この高強度鋼板の形状凍結性を改善する知見としては、成形方法として特開平7-148527号公報や特開平7-185663号公報などに開示されている。しかし、これらの知見では、成形方法が制限されるため、デザインの自由度が低下するため望ましくない。また、鋼板としては特開昭62-259839号公報、特開平7-268484号公報などに開示されている、ラミネート鋼板を利用した技術がある。しかし、これらは鋼板の製造コストが高くなるため、望ましくない。また、特開平7-275938号公報には表内層の強度が異なる複層鋼板により、形状凍結性が改善される知見が開示されている。しかし、この知見は具体的な複層鋼板の製造方法についてはなにも言及されていない。

形状凍結性については言及していないが、残留 γ -ハイテンの表面を浸炭にて強化した鋼板が、特開平6-10092号公報に開示されている。しかし、強化に必要な浸炭量についてはなにも言及していない。

【0006】すなわち、自動車用部品に使用される良加工性高強度鋼板の課題としては、成形方法によらず、曲げ加工やハット曲げ加工時の形状凍結性を改善することが挙げられる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、成形方法によらず、曲げ加工やハット曲げ加工時の形状凍結性の問題を克服し得る良加工性高強度冷延鋼板およびその製造方法を、提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者は、形状凍結性に優れた良加工性高強度冷延鋼板を検討した結果、鋼板の表内層のC含有量を適当に制御することと熱処理条件との組み合わせにより、表層の金属組織を制御して表層を内層よりも強化し、曲げ加工時の板厚断面の応力状態を変化させることにより、形状凍結性が向上することを見いだした。また、適当な熱処理条件をとることにより、その鋼板を工業的に安定的に製造できることを見いだした。

【0009】即ち、曲げ成形では、板厚中心から外側では材料が伸びるため離形後に縮みの応力が、板厚中心から内側では逆に材料が縮むため伸びの応力が発生し、離形後に板厚方向の応力差を低減するようにモーメントが発生し角度変化が起こる。これがスプリングバックである。このスプリングバックを低減する方法としては、引張曲げがよく知られている。これは、曲げ加工の際に鋼板に張力を加えて、板厚中心から内側の材料も伸び変形をさせて、離形後の板厚方向の応力差を低減してスプリングバックを減少させる方法である。この際、付加する張力を大きくした時、歪みが0の面である中立面は、板厚中心から曲げ内側に移動していき、ついには鋼板の全てが伸び変形することになる。このように板厚断面の応力状態を制御することにより、中立面を板厚中心から移動させて、スプリングバックが低減できる。

【0010】成形方法によらず、歪みの中立面を板厚中心から移動させて、スプリングバックを低減する方法としては、変形が大きい表層と中立面が移動する内層との強度差をつけることが挙げられる。

【0011】これは以下のように説明される。

【0012】メンバーなどの部品を成形する場合の曲げ加工の場合、曲げ部はほぼ降伏変形しており、その応力は鋼板の降伏強度にほぼ比例すると考えても良い。表内層の強度が異なる場合、曲げ加工時の応力は、表層と内層で異なる。ここで、板厚変動を考える。すなわち、曲げ内側では圧縮変形となるために板厚が増加し、曲げ外側では伸び変形となるため板厚が減少する。そのため、

圧縮部が多くなり、伸び部は減少する。このとき、応力の釣り合いを考えると中立面は移動するが、表層が内層より強度が高い場合は曲げ内側に、表層が内層より強度が低い場合は曲げ外側に移動することになる。このように中立面が板厚中心から移動し、スプリングバックが減少する。

【0013】この方法を残留 γ -ハイテンに適用した。残留 γ -ハイテンの強度は鋼中のC含有量に大きく影響される。そこで、表内層でC含有量を変化させ、強度差を生じさせることとした。表層のC量は、特開平8-120341号公報に開示されているように連続鋳造でワイヤー添加などにより増加させることが可能である。また浸炭により増加させることが可能であるため、表層のC含有量を内層より多くすることとした。

【0014】このような残留 γ -ハイテンを製造する方法としては、連続鋳造でワイヤー添加等により表層C含有量を増加させたスラブを熱間圧延した鋼板、もしくは表層C含有量が内層より多いクラッド鋼板を、冷間圧延後に2相共存温度域で再結晶焼鈍し、その後急速冷却してベイナイト変態域で適当な時間保持した後、室温まで冷却する方法、もしくは、表内層のC含有量差が無い熱間圧延板を、冷間圧延後に2相共存温度域で再結晶焼鈍し、その後再結晶焼鈍と同じ温度にて、浸炭雰囲気中に保持することにより、所定のC含有量まで浸炭し、その後急速冷却してベイナイト変態温度域で適当な時間保持した後、室温まで冷却する方法を適用できる。

【0015】本発明の要旨とするところは、(1) 表面から板厚の5%以上35%以下の表層の平均組成が、重量比で、C：板厚中心部の平均C量より0.05%以上、0.5%以下だけ高い量を含み、その他の化学成分は板厚中心部と同様であり、金属組織中に残留オーステナイトを体積率で10~35%、マルテンサイトを2%以下、残部がフェライトもしくはベイナイトであり、表層の板厚5%内側から板厚中心部までの内層の平均組成が、重量比で、C：0.06%以上、0.4%以下、Si、Alの内少なくとも一種以上を0.5%以上、4.0%以下、Mn：0.5%以上、2.0%以下を含み、残部Feおよび不可避免の不純物からなり、金属組織中に残留オーステナイトを体積率で3~20%、マルテンサイトを2%以下、残部がフェライトもしくはベイナイトである、形状凍結性に優れた良加工性高強度冷延鋼板と、(2) 表面から板厚の5%以上35%以下の表層の平均組成が、重量比で、板厚中心部の平均C量より0.05%以上、0.5%以下だけ高いC量を含み、その他の化学成分は、板厚中心部と同様である冷間圧延後の鋼板を、(A_{c1} 変態点+10℃)以上、(A_{r3} 変態点-5℃)以下の温度で20秒以上再結晶焼鈍を行い、3℃/s以上の冷却速度にて300℃から600℃の温度まで冷却し、この温度で60秒以上600秒以下保持してから、室温まで冷却することを特徴とする、形

形状凍結性に優れた良加工性高強度冷延鋼板の製造方法と、(3) 冷間圧延後の鋼板を、(A_{c1} 変態点+10℃)以上、(A_{r3} 変態点-5℃)以下の温度で20秒以上再結晶焼鈍を行い、その後同様の温度にて、連続焼鈍が中にて浸炭性雰囲気により、表面から板厚の5%以上35%以下の表層の平均組成が、重量比で、板厚中心部の平均C量より0.05%以上、0.5%以下だけ高いC量含有し、その他の化学成分は板厚中心部と同様となるように浸炭した後、3℃/s以上の冷却速度にて500℃から600℃の温度まで冷却し、この温度で100秒以上600秒以下保持してから、室温まで冷却することを特徴とする、形状凍結性に優れた良加工性高強度冷延鋼板の製造方法にある。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の成分および金属組織の限定理由は次の通りである。

【0017】Cはオーステナイト安定化元素であり、2相共存温度域およびベイナイト変態温度域でフェライト中から移動しオーステナイト中に濃化する。その結果、化学的に安定化されたオーステナイトが室温までの冷却後に3.35%残留し、変態誘起塑性により成形性を良好とする。Cが0.06%未満であると3%以上の残留オーステナイトを確保するのが困難であり、0.4%以上であると残留オーステナイトを確保するのは容易であるが、共存する組織が比較的大きなサイズの炭化物が密に存在するベイナイトを主体とすることになるため、靱性が劣化し実用に耐えない。

【0018】Si、Alはオーステナイトを残留させるための必須元素であり、フェライトの生成を促進し、炭化物の生成を抑制することにより、残留オーステナイトを確保する作用があると同時に脱酸素元素、強化元素としても作用する。これよりSiとAlの内の少なくとも1種以上の添加の下限量は0.5%以上とする必要がある。ただしSi、Alを過度に添加しても上記効果は飽和し、かえって鋼を脆化させるため、SiとAlの内の少なくとも1種以上の添加上限量は4.0%とする。

【0019】Mnはオーステナイトを安定化して残留オーステナイトを確保する作用があると共に強化元素である。この観点から、Mnの添加下限量は0.5%以上とする必要がある。ただし、Mnを過度に添加しても上記効果は飽和し、かえってフェライト変態抑制等の悪影響を生ずるため、Mnの添加量の上限量は2.0%以下とする。

【0020】また、上記で規定した以外の元素は原則添加されることが望ましいことは言うまでもないが、CaやREは硫化物系介在物が球状化して穴抜け性を向上させるので、上限が0.01%まで許容できる。Nb、Ti、Cr、Cu、Ni、V、Bを1種または2種以上添加して、強度確保、細粒化を図っても良いが、その添加量の合計が0.2%を超えると本発明の金属組織

を得ることが困難となると共に、コストが増大するため、その上限は0.2%まで許容できる。

【0021】Pは残留オーステナイトの確保に効果があるが、靱性を低下させるので、0.02%以下まで許容できる。

【0022】Sは硫化物系介在物による穴抜け性等の成形性低下のため、0.01%以下まで許容できる。

【0023】MoはMnと同等に残留オーステナイトを安定化する元素であり、0.3%まで許容できる。それ以上であると、炭化物が金属組織中に顕在化して、プレス成形性劣化を引き起こす。

【0024】内層の残留オーステナイトの体積分率を3~20%としたのは、制限未満の残留オーステナイト量では、変態誘起塑性の効果が充分得られないためである。上限は、C含有量の上限により得られる残留オーステナイト量の限界である。

【0025】表層のC含有量を平均C量より0.05%以上、0.5%以下としたのは、制限未満では曲げ加工時に中立面の移動が生じるのに必要な強度差が得られないためであり、制限以上では、強度が高すぎるために、曲げ加工時に割れを生じてしまうためである。

【0026】表層を表面からの板厚の5%以上35%以下としたのは、制限未満では曲げ加工時に中立面の移動が生じるのに必要な応力変化が得られないためであり、制限以上では複層化の効果が小さくなるからである。

【0027】表層の残留オーステナイトの体積分率を10~35%としたのは、制限未満の残留オーステナイト量では、内層との強度が小さくなり、曲げ加工時に中立面の移動が生じるのに必要な応力変化が得られないためである。上限は、C含有量の上限により得られる残留オーステナイト量の限界である。

【0028】表内層のマルテンサイトの体積分率を2%以下としたのは、それ以上のマルテンサイト量では加工性が劣化するためである。

【0029】本発明の製造工程の限定理由は次の通りである。

【0030】冷延鋼板はまず、オーステナイトとフェライトの2相共存温度域で再結晶焼鈍される。この際に、CやMn等のオーステナイト安定化元素がオーステナイト中に濃化し、その後の熱処理による残留オーステナイト安定化を容易にする。再結晶焼鈍温度を(A_{c1} 変態点+10℃)以上、(A_{r3} 変態点-5℃)以下としたのは、制限未満であると充分な量のオーステナイトが形成せず、また炭化物の溶解が充分でなくてオーステナイトへのCの濃化が充分でなくなるからであり、制限以上であると、フェライトが極わずかしかな存在せず、またさらに全く存在せずにオーステナイト単相となるため、合金元素の分布が全体として希薄となり、残留オーステナイトを安定化できるだけの量が濃化しないためである。また、再結晶焼鈍時間を20秒以上としたのは、制限未

満の時間であれば、未溶解の炭化物が存在する可能性があるためである。

【0031】表層のC含有量が請求項1の条件となっていない場合は、再結晶焼鈍終了後に、再結晶焼鈍と同等の温度にて浸炭を行う。浸炭方法は特に制限しないが、連続焼鈍炉中での浸炭性雰囲気による浸炭が、生産性の点から望ましい。

【0032】表層のC含有量が請求項1の条件を満たした場合、2相共存温度域から3℃/s以上の冷却速度にて、ベイナイト変態温度域である300℃から600℃の温度域まで冷却する。冷却速度を3℃/s以上と制限したのは、2相共存温度域で生成したオーステナイトをパーライト変態させることなく、ベイナイト変態温度域まで冷却するためである。600℃以上で冷却を終了すると、パーライトへの分解が急激に生じ、オーステナイトを残存できない。また、300℃未満で冷却を終了すると、オーステナイトの過半がマルテンサイトに変態するため、プレス成形性が劣化する。

【0033】その後、300～600℃において60～600秒保持してから室温に冷却する。この目的はベイナイト変態時に未変態オーステナイト中へのCの濃化をさらに進めて、残留オーステナイトを安定化させるためである。保持時間を60秒以上、600秒以下と制限したのは、制限未満では残留オーステナイトを安定化するために必要な、未変態オーステナイトへのCの濃化が不足しているためであり、制限以上ではベイナイト変態が進行して、未変態オーステナイトが消滅するためである。

【0034】上記の条件を満たすことで、形状凍結性に

優れた良加工性高強度鋼板を実現できる。

【0035】

【実施例】表1に示した成分組成を有する連続鋳造スラブを1200℃程度で加熱し、910℃で仕上圧延して冷却の後に約550℃で捲き取った4mm厚の熱延鋼板を70%冷延した。ここで、鋼Nは連続鋳造のモールドにてCを表層のみワイヤー添加したスラブであり、鋼Oは熱間の圧着により製造したクラッド鋼板用のスラブである。冷延後に連続焼鈍を行った。連続焼鈍中に必要な試料は浸炭を行った。その後、0.8%のスキンパス圧延を施した後にJIS5号引張試験片にて引張特性を行い、引張強度と全伸びの積が20000以上を、加工性良とした。また、ハット成形により形状凍結性を評価した。ハット成形は図1に示すような金型にて行った。成形条件は、以下の通りである。

【0036】・工具条件

(1) ボンチ 辺長: 100mm、肩R: 5mm

(2) ダイ 肩R: 5mm

(3) クリアランス: 0.7mm

(4) しわ押さえ力: 150kN

(5) 潤滑: 防錆油

(6) 成形高さ: 75mm

・評価

幅広がり量: $\Delta W = W - W_0$

W: ボンチ辺長 100mm

W_0 : ハットの底から65mmでの幅

【0037】

【表1】

鋼	(mass%)						表裏層/板厚(%)
	C	Si	Mn	P	S	Al	
A	0.03	1.55	1.11	0.008	0.005	0.047	
B	0.11	0.03	1.11	0.007	0.008	0.054	
C	0.10	1.47	0.99	0.008	0.006	0.044	
D	0.12	1.79	1.12	0.009	0.008	0.048	
E	0.11	0.02	1.15	0.007	0.006	1.72	
F	0.11	1.51	2.2	0.008	0.008	0.048	
G	0.22	1.63	1.13	0.009	0.006	0.047	
H	0.21	2.13	0.98	0.009	0.006	0.047	
I	0.19	1.45	0.32	0.007	0.007	0.039	
J	0.18	3.21	1.13	0.007	0.005	2.31	
K	0.33	1.63	1.11	0.008	0.006	0.047	
L	0.38	2.14	1.54	0.009	0.006	0.054	
M	0.48	1.55	1.32	0.008	0.007	0.044	
N	内層	0.10	1.47	0.99	0.008	0.006	0.044
	表層	0.32					10.3%
O	内層	0.22	1.63	1.13	0.009	0.006	0.047
	表層	0.52					27.80%

測定部位を図2に示す。この試験より、複層化していない鋼板の ΔW と引張強度の関係を求めた。同じ引張強度で ΔW が、複層化していない鋼板の ΔW の0.85倍以下であれば、形状凍結性が改善されているとした。引張強度と ΔW の関係を図3に示す。

【0038】表2、3に焼鈍条件、浸炭後の表層C含有量、表層厚、表内層のオーステナイト体積率(γ率)とマルテンサイト体積率(M率)、引張強度、全伸び、形状凍結性の評価を示す。

【0039】実験番号1は内層のC含有量が制限より少ないため、加工性が良くなかった。実験番号2はSi含有量が、制限より少ないために残留オーステナイトが安定化しなかったため、加工性が良くなかった。また、表内層の強度差も小さいと思われ、形状凍結性も良くなかった。

【0040】実験番号3～10は、鋼Cを使用して、表層厚さとC含有量を変化させた実験である。実験番号4と10は、表層厚さが制限外であるため、形状凍結性が良くなかった。実験番号5～9は本発明の条件を全て満たしているため、形状凍結性の優れた良加工性高強度冷延鋼板が実現できた。

【0041】実験番号11～17は、鋼Cを使用して、熱処理条件の影響を検討した。実験番号11は焼鈍温度が制限より高かったために残留オーステナイトが残らず、加工性が良くなかった。また、表内層の強度差も小さいと思われ、形状凍結性も良くなかった。実験番号12は焼鈍時間が制限より短くて未溶解の炭化物が残ったため、Cのオーステナイトへの濃化が充分でなかったため、残留オーステナイトが残らず、加工性が良くなかった。また、表内層の強度差も小さいと思われ、形状凍結性も良くなかった。実験番号13は焼鈍後の冷却速度が小さく、冷却中にバーライト変態が生じたために、残留オーステナイトが残らず、加工性が良くなかった。また、表内層の強度差も小さいと思われ、形状凍結性も良くなかった。実験番号14、15は保定温度の影響を検討した。実験番号14は制限よりも保定温度が低かったために、オーステナイトの過半がマルテンサイトに変態したため、加工性が良くなかった。実験番号15は制限よりも保定温度が高かったために、オーステナイトがバーライト変態を起こして、残留オーステナイトが残らなかったため、加工性が良くなかった。実験番号16、17は保定時間の影響を検討した。実験番号16は、保定

時間が制限より短かったために、残留オーステナイトの安定化に十分な元素の濃化が不十分であったため、残留オーステナイトがあまり残らずにマルテンサイトが残ったため、加工性が悪かった。実験番号17は、保定時間が制限より長かったために、残留オーステナイトがあまり残らず、加工性が悪かった。

【0042】実験番号18～20は同等のC含有量のもとで成分を検討した。実験番号18、19は本発明の条件を全て満たしているため、形状凍結性の優れた良加工性高強度冷延鋼板が実現できた。実験番号20はMn含有量が制限以上であったため、靱性が劣化した。

【0043】実験番号21～25は鋼Gを使用して、表層厚さとC含有量を変化させた実験である。実験番号21、25は表層厚さが制限外であるため、形状凍結性が良くなかった。実験番号22～24は本発明の条件を全て満たしているため、形状凍結性の優れた良加工性高強度冷延鋼板が実現できた。

【0044】実験番号26～28はC含有量が0.2%程度の時の、鋼成分の影響を検討した。実験番号26は本発明の条件を全て満たしているため、形状凍結性の優れた良加工性高強度冷延鋼板が実現できた。実験番号28はSiとAlの含有量の和が制限以上であるために、加工性が良くなかった。実験番号27はMn含有量が制限より多かったために、靱性が劣化した。

【0045】実験番号29～33は、鋼K及び鋼Lを使用して、表層厚さとC含有量を変化させた実験である。実験番号29は表層厚さが制限以下であったため、形状凍結性が良くなかった。実験番号30～32は本発明の条件を全て満たしているため、形状凍結性の優れた良加工性高強度冷延鋼板が実現できた。実験番号33は表層厚さが制限以上であるために、形状凍結性が良くなかった。また、表層のC含有量も多いため、加工性も劣化した。

【0046】実験番号34、35は内層C含有量が多かったために靱性が劣化した。

【0047】実験番号36、37は複層スラブから製造した実験であるが、本発明の条件を全て満たしているため、形状凍結性の優れた良加工性高強度冷延鋼板が実現できた。

【0048】

【表2】

実験 番号	組	内層 C濃度 (%)	表層 C濃度 (%)	表層厚 /板厚 (%)	焼鈍 温度 (°C)	焼鈍 時間 (秒)	冷却 速度 (°C/s)	保定 温度 (°C)	保定 時間 (秒)	表層 7 率 (%)	表層 15 率 (%)	内層 7 率 (%)	内層 15 率 (%)	TS (MPa)	FI (%)	TS×FI (MPa %)	形状 凍結性	区分
1	A	0.03	0.31	13	800	70	10	400	300	18	0	0	0	492	33	15990	○	比較
2	B	0.11	0.35	12	800	90	20	420	350	0	0	0	0	592	33	19536	×	比較
3	C	0.10	0.1	0	800	90	20	400	300	7	0.1	6	0.2	522	37	23138	×	比較
4	C	0.10	0.43	3	800	90	20	400	300	18	0	6	0.1	627	37	23262	×	比較
5	C	0.10	0.52	8	800	90	20	400	300	23	0	6	0.2	671	36	24223	○	木発明
6	C	0.10	0.33	15	800	90	20	400	300	15	0	6	0.1	662	36	24097	○	木発明
7	C	0.10	0.44	22	780	120	100	420	82	21	0	8	0	679	38	25938	○	木発明
8	C	0.10	0.18	28	820	40	40	380	520	11	0	5	0	613	38	23355	○	木発明
9	C	0.10	0.52	32	780	120	30	480	200	23	0	6	0.1	721	33	24081	○	木発明
10	C	0.10	0.31	40	800	90	20	400	300	15	0	6	0.2	821	32	26518	×	比較
11	C	0.10	0.38	16	950	90	20	410	340	1	0	0	0	869	15	13035	×	比較
12	C	0.10	0.33	14	800	10	20	400	300	2	0	1	0.1	590	28	16579	×	比較
13	C	0.10	0.32	15	800	90	2	400	300	1	0	0	0	553	30	16645	×	比較
14	C	0.10	0.33	15	800	90	20	240	300	1	7	0	4	681	18	12326	×	比較
15	C	0.10	0.34	16	800	90	20	630	300	1	0	0	0	622	31	19406	×	比較
16	C	0.10	0.32	16	800	90	20	400	30	2	6	1	4	710	17	12283	×	比較
17	C	0.10	0.32	15	800	90	20	400	700	1	0	0	0	681	26	17366	×	比較
18	D	0.12	0.42	14	820	100	35	430	240	22	0	8	0	671	36	24424	○	木発明
19	E	0.11	0.25	10	830	110	40	380	370	9	0	5	0.1	671	34	22881	○	木発明
20	F	0.11	0.38	23	840	120	30	440	180	2	0	1	0	754	22	16814	×	比較

【0049】

【表3】

実験 番号	鋼	内層 C濃度 (%)	表面 C濃度 (%)	表面厚 /板厚 (%)	焼鈍 温度 (°C)	焼鈍 時間 (秒)	冷却 速度 (°C/s)	保定 温度 (°C)	保定 時間 (秒)	表層 γ率 (%)	内層 γ率 (%)	内層 比率 (%)	TS (MPa)	El (%)	TS×El (MPa %)	形状 凍結性	区分
21	G	0.22	0.22	0	800	90	20	400	300	10	10	0	793	30	24107	×	比較
22	G	0.22	0.61	7	800	90	20	400	300	28	9	0	812	29	23873	○	本発明
23	G	0.22	0.51	18	800	90	20	400	300	27	10	0	821	29	24055	○	本発明
24	G	0.22	0.31	29	800	90	20	400	300	15	10	0	854	26	22375	○	本発明
25	G	0.22	0.42	41	800	90	20	400	300	21	10	0	1021	22	22564	×	比較
26	H	0.21	0.43	14	820	110	40	380	210	21	8	0	833	30	24657	○	本発明
27	I	0.19	0.33	15	810	80	20	400	130	18	9	0	804	29	23236	×	比較
28	J	0.18	0.55	20	770	80	30	440	130	28	7	0	1121	8	8968	×	比較
29	K	0.33	0.33	0	800	90	20	400	300	16	17	0	845	25	21210	×	比較
30	L	0.38	0.61	7	800	90	20	400	300	29	17	0	858	25	21707	○	本発明
31	L	0.38	0.81	15	800	90	20	400	300	34	17	0	1030	20	20703	○	本発明
32	L	0.38	0.51	22	800	90	20	400	300	25	16	0	954	22	21370	○	本発明
33	L	0.38	1.04	37	800	90	20	400	300	32	16	0	1230	12	15129	×	比較
34	M	0.48	0.48	0	800	90	20	400	300	29	30	0	1020	21	21624	×	比較
35	M	0.48	0.72	15	800	90	20	400	300	34	28	0	1120	19	21280	×	比較
36	N	0.10	0.32	10	780	120	40	430	280	17	6	0	631	35	22211	○	本発明
37	O	0.22	0.52	23	820	100	30	380	150	25	9	0	792	33	26215	○	本発明

【0050】

【発明の効果】本発明によれば、自動車部品などに使用される、形状凍結性に優れた良加工性高強度冷延鋼板を提供できるため、工業的に価値の高い発明である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の効果を評価するための金型を示す図である。

【図2】本発明の効果を評価するための試験片の測定部

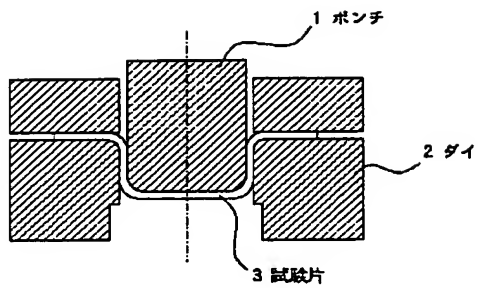
位を示す図である。

【図3】引張強度と ΔW の関係を示す図である。

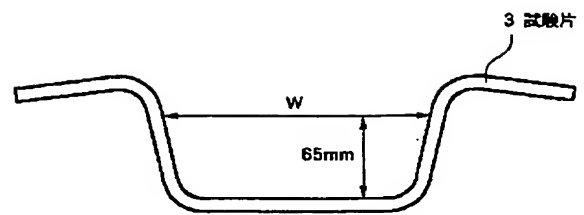
【符号の説明】

- 1 ボンチ
- 2 ダイ
- 3 試験片
- W 幅

【図1】



【図2】



【図3】

